

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Oktober 2005 (27.10.2005)

PCT

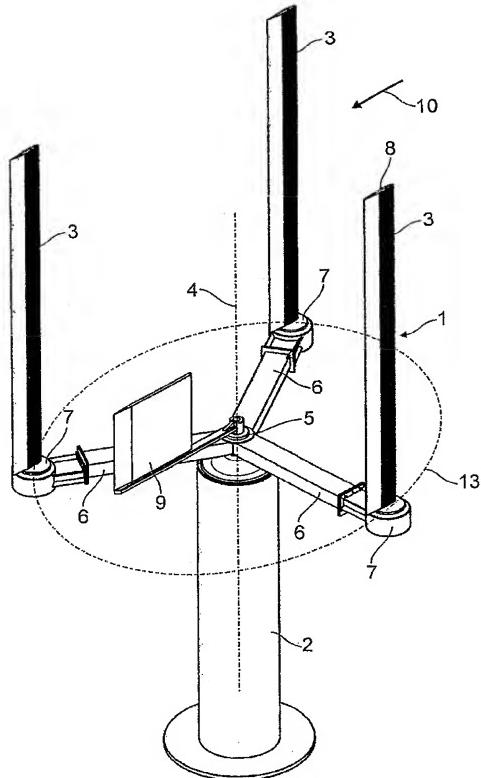
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/100785 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F03D 3/06**, F03B 17/06
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/PL2005/000026
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. April 2005 (12.04.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2004 019 620.6 16. April 2004 (16.04.2004) DE
- (71) Anmelder und  
(72) Erfinder: WARSZEWSKI, Jaroslaw [PL/PL]; Wojska Polskiego 31, PL-64-800 Chodziez (PL). KLIMCZAK, Krzysztof [PL/PL]; Gorzowska 24 A, PL-66-431 Santok (PL). SZEWCZYK, Andrzej [PL/PL]; Wodna 32, PL-66-470 Kostrzyn (PL).
- (74) Anwalt: GOLEBNIAK, Andrzej; Partyzancka 7, PL-61-495 Poznan (PL).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOW-CONTROLLED WINDMILL COMPRISING WIND-DEPENDENT BLADE ORIENTATION

(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSGESTEUERTES WINDRAD MIT WINDABHÄNGIGER FLÜGELAUSRICHTUNG



**(57) Abstract:** Disclosed is a windmill (1) comprising one or several blades (3) that rotate about a vertical, central axis (4) within a main bearing (5), are disposed parallel to said vertical axis (4), are connected via horizontal supports (6), are freely rotatable in bearings (7), and can be oriented by means of a wind vane (9). The cross section of the blades (3) is provided with an aerodynamic, symmetrical profile (8) along the entire length thereof. The profile (8) of the blades (3) is longitudinally oriented in the direction of the wind (10) on the horizontal supports (6) at each point of the trajectory (13) thereof about the vertical axis (4), controlled by the wind vane (9), with the aid of a first control mechanism (11) while said blades (3) are adjusted in relation to the wind (10) on the horizontal supports (6) by means of a second control mechanism (12) such that the longitudinal axes of the profile (8) of the blade/s (3) are oriented in accordance with the angle of rotation of the horizontal support (6) to the wind vane (9) and the rotational speed of said horizontal support (6) at each point of the trajectory (13) thereof in order to generate an optimal aerodynamic force.

**(57) Zusammenfassung:** Das Windrad (1) besteht aus einem oder mehreren, in einem Hauptlager (5) um eine vertikale, zentrale Achse (4) rotierenden Flügeln (3), die parallel zu der senkrechten Achse (4), über Horizontalträger (6) verbunden und in Lagern (7) frei drehbar angeordnet und durch eine Windfahne (9) ausrichtbar sind. Die Flügel (3) weisen über ihre gesamte Länge im Querschnitt ein aerodynamisches, symmetrisches Profil (8) auf. Durch einen ersten Steuermechanismus (11) werden die Flügel (3) an den Horizontalträgern (6) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) um die vertikale Achse (4), gesteuert durch die Windfahne (9), mit ihrem Profil (8) längs in Windrichtung (10) ausgerichtet und durch einen zweiten Steuermechanismus (12) werden die Flügel (3) auf den Horizontalträgern (6) derart zum Wind (10) eingestellt, dass in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Horizontalträgers (6) zur Windfahne (9) und der Drehgeschwindigkeit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/100785 A1



KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Strömungsgesteuertes Windrad

Die Erfindung betrifft ein strömungsgesteuertes, durch eine Windfahne ausrichtbares Windrad mit senkrechter Drehachse für eine Windkraftanlage, dessen Flügel die Drehachse vertikal rotierend umkreisen.

### [Stand der Technik]

Windräder mit senkrechten Achsen sind als Savonius- Rotoren, Darrieux- Rotoren, Vertikal- Doppel- Rotoren und Jackson'sche Windräder bekannt. Die Jackson'schen Windräder haben nicht nur eine senkrechte Achse sondern besitzen auch flügelähnliche Platten, die die senkrechte Achse umkreisen und gleichzeitig in sich selbst um 180° drehen.

Nach Bauart der Jackson'schen Windräder sind z. B. die Lösungen in den Erfindungsbeschreibungen DE 198 47 469 A1, DE 81 119 10 U1 und DE 39 18 184 A1 ausgeführt.

Die Erfindung DE 30 18 211 C2 ist wie ein Darrieux- Rotor aufgebaut. Dieses Windrad besitzt jedoch nur begrenzt bewegliche Flügel. Der Wirkungsgrad von Darrieux- Rotoren ist gering. Sie benötigen starke Winde und meistens eine Startantriebshilfe.

Die häufigsten in der Praxis eingesetzten Windkraftanlagen besitzen Windräder mit einer waagerechten Drehachse, auf der sich propellerähnliche Flügel drehen.

Die nach diesem Prinzip arbeitenden Windradflügel sind außen wesentlich flacher eingestellt als in der Nähe ihres Drehpunktes. Sie nutzen nur 16 - 27 % der theoretisch vorhandenen Windenergie aus. Der Turm, auf welchem, die sich auf einer waagerechten Achse drehenden Windräder angeordnet sind, muss höher sein als bei Windrädern mit senkrechter Drehachse. Die Flügel, die wie Propeller arbeiten, bewegen sich über ihre Länge ungleich zum Windstrom. Sie sind in Achsennähe langsamer als an den Flügelspitzen. Die Folge ist eine hohe Geräuschentwicklung und eine schlechte Ausnutzung der Windangriffsfläche.

In der Erfindungsbeschreibung DD 232 959 A1 wird ein Windkrafttrotor für Windkraftanlagen mit vertikaler Achse beschrieben, bei dem unsymmetrische Profile verwendet werden, die untereinander automatisch oder zwangsläufig in jedem Moment der Rotierung verschiedene Anstellwinkel aufweisen sollen, so dass die 5 Luftkräfte sich laufend so verändern, dass eine Drehrichtung eingehalten wird. Mit Vergrößerung der Windgeschwindigkeit tritt durch Veränderung der Anstellwinkel der Rotorflügel eine Verringerung der Drehzahl ein und die Luftkräfte gehen gegen Null.

Die Flügel dieser Windkraftanlage stehen einerseits über Zahnkränze und Zahnrämen in einer festen Wirkverbindung, sind aber andererseits frei beweglich, damit sie sich mit ihrem besonderen aerodynamischen Profil automatisch und optimal in Windrichtung ausrichten. Nicht zu entnehmen ist aber, wie die Grundausrichtung der Rotorflügel in Windrichtung erfolgen soll, um ein selbständiges Anlaufen der Windkraftanlage zu ermöglichen.

15 **[Aufgabe der Erfindung]**

Aufgabe der Erfindung ist es, ein strömungsgesteuertes Windrad mit senkrechter Drehachse zu schaffen, das aerodynamisch und mit höchster Effektivität den antreibenden Wind nutzt, einen relativ einfachen Steuerungsmechanismus besitzt und durch eine Windfahne ansteuerbar ist.

20

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des 1. Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das Windrad dient dem Antrieb einer Windkraftanlage und besitzt einen oder mehrere, um eine vertikale, zentrale Achse rotierende Flügel, die parallel zu der 25 senkrechten Achse, über Horizontalträger verbunden, frei drehbar angeordnet sind. Die Flügel weisen im Querschnitt über ihre gesamte Länge ein aerodynamisches, symmetrisches Profil auf und sind durch eine Windfahne in Windrichtung ausrichtbar.

Die Flügel werden durch einen ersten und einen zweiten Steuermechanismus in 30 jedem Punkt ihrer Umlaufbahn um die zentrale, vertikale Achse derart beauf-

schlagt, dass sie durch eine Luftmassenströmung (Wind) gleichmäßig und mit einem bestmöglichen aerodynamischen Wirkungsgrad arbeiten.

Der erste Steuermechanismus richtet den oder die Flügel auf den Horizontalträgern an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn um die zentrale, vertikale Achse, gesteuert

- 5 durch die Windfahne, mit ihrem Profil längs in Windrichtung aus und der zweite Steuermechanismus stellt den oder die Flügel auf den Horizontalträgern an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn um die zentrale, vertikale Achse derart zum Wind ein, dass in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Horizontalträgers zur Windfahne und der Drehgeschwindigkeit des Horizontalträgers, der oder die Flügel mit ihren
- 10 Längsachsen an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn zur Erzeugung einer optimalen aerodynamischen Kraft ausgerichtet sind.

Der zweite Steuermechanismus ist dabei dem ersten Steuermechanismus, der die Grundausrichtung zum Wind bewirkt, überlagert.

Um kontinuierliche Drehmomente zu erzeugen, wird das Profil der Windflügel bei

- 15 seiner Kreisbewegung um die senkrechte Achse immer so zum Wind ausgerichtet, dass der Wind- Angriffswinkel zur Erreichung eines optimalen Auftriebs plus oder minus zur Windrichtung in Abhängigkeit vom Drehwinkel ausgerichtet ist.

Die Windkraftanlage kann auf einem Turm, einem Gebäude oder in strömungsgünstigen Gebieten angeordnet werden.

- 20 Die erfindungsgemäßen Merkmale sind analog auch für eine Wasserturbine nutzbar, indem das Drehmoment in Drehrichtung hydrodynamisch erzeugt wird.

### [Beispiele]

An Hand von Zeichnungen wird die Erfindung in einer bevorzugten Ausführung näher erläutert.

- 25 Es zeigen:

**Fig. 1** Eine isometrische Gesamtansicht der Windkraftanlage mit dem strömungsgesteuerten Windrad,

**Fig. 2** Darstellung einer zweckmäßigen Ausführungsform der Steuermechanismen zur Ausrichtung der Windradflügel,

**Fig. 3** Schematische Darstellung der drehwinkelabhängigen Steuerung eines Flügels in zwei ausgewählten Positionen.

Die Windkraftanlage besteht in **Fig. 1** aus einem Turm **2**, auf dessen Spitze ein Windrad **1** drehbar über ein Hauptlager **5** gelagert ist. Das Windrad **1** besitzt drei, um eine vertikale, zentrale Achse **4** rotierende Flügeln **3**, die parallel zu der senkrechten Achse **4**, über Horizontalträger **6** verbunden sind. Die Flügel **3** sind an den Enden der Horizontalträger **6** in Lagern **7** frei drehbar angeordnet. Die Flügel **3** drehen sich erstens mit den Horizontalträgern **6** um die zentrale, vertikale Achse **4** und zweitens in sich selbst in den Lagern **7** an den Enden der Horizontalträger **6**. Die Flügel **3** weisen über ihre gesamte Länge im Querschnitt ein aerodynamisches, symmetrisches Profil **8**, ähnlich einer Flugzeug-Tragfläche auf.

An der zentralen Achse **4** ist konzentrisch im Hauptlager **5** auf dem Turm **2** eine Windfahne **9** zur Erfassung der Windrichtung **10** angeordnet.

Die Flügel **3** umkreisen, gesteuert durch einen ersten und einen zweiten Steuermechanismus **11** und **12**, mit ihren Lagern **7** die senkrechte Achse **4** derart auf einer Kreisbahn **13**, dass die Flügelprofile **8** immer parallel zur Windrichtung **10** ausgerichtet sind und gleichzeitig plus oder minus für einen optimalen Angriffswinkel gegenüber der von der Windfahne **9** vorgegebenen Windrichtung **10** ausgerichtet sind.

Eine zweckmäßige Ausführungsform der Steuermechanismen **11** und **12** zur Ausrichtung der Windradflügel **3** ist in **Fig. 2** dargestellt.

Auf dem Turm **2** der Windkraftanlage ist mittels des Hauptlagers **5** das Windrad **1** um die zentrale, vertikale Achse **4** drehbar gelagert. Von dem Hauptlager **6** des Windrades **1** ist ein Horizontalträger **6** in Bildebene verkürzt dargestellt und ein zweiter Horizontalträger **6** nach hinten abgewinkelt angedeutet.

Innerhalb einer Buchse des Hauptlagers **5** ist die Windfahne **9** mit einem Keilriemenrad **14**, das drei Ebenen besitzt, unabhängig zum Hauptlager **5** und konzentrisch in diesem drehbar gelagert. Von jeder Ebene des Keilriemenrades **14** führt

ein Keilriemen durch jeweils einen Horizontalträger 6 zu einem Flügel 3. Dieser Keilriementrieb 14 bildet den ersten Steuermechanismus 11, der die Flügel 3 an jedem Punkt ihrer Umlaufbahn 13 parallel zur Windfahne 9 ausrichtet. Aus diesem Grund sind die Flügellager 7 für jeden Windflügel 3 in unterschiedlicher Höhe an 5 dem jeweiligen Horizontalträger 6 angeflanscht.

Innerhalb jedes Flügellagers 7 befindet sich ein Schrittmotor 15, der über ein Schneckengetriebe als zweiter Steuermechanismus 12 jeden Flügel 3 zusätzlich zu der parallelen Ausrichtung zur Windfahne 9 in einem Winkel plus oder minus für einen optimalen Windangriffswinkel verstellt.

10 Durch den ersten Steuermechanismus 11 werden die Flügel 3 auf jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn 13 um die zentrale, vertikale Achse 4, gesteuert durch die Windfahne 9, mit ihrem Profil 8 längs in Windrichtung 10 ausgerichtet.

Zur Realisierung zweier unabhängiger Drehbewegungen in den Flügellagern 7 bestehen diese ebenfalls aus zwei konzentrisch ineinander angeordneten und 15 unabhängig zueinander drehbaren Buchsen.

Durch den zweiten Steuermechanismus 12 wird in Abhängigkeit vom ersten Steuermechanismus 11 jeder Flügel 3 auf dem jeweiligen Horizontalträger 6 an jedem Umlaufpunkt seiner Bahn 13 um die zentrale, vertikale Achse 4 derart zum Wind 10 eingestellt, dass in Abhängigkeit vom Drehwinkel des jeweiligen Horizontalträgers 6 zur Windfahne 9 jeder Flügel 3 mit der Längsachse seines Profils 8 an 20 jedem Umlaufpunkt seiner Bahn 13 zur Erzeugung einer optimalen aerodynamischen Kraft ausgerichtet ist.

Ferner werden die Flügel 3 in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit der Horizontalträger 6, die sich in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit verändert, derart gegen den Wind 10 eingestellt, dass die Drehgeschwindigkeit annähernd konstant gehalten und eine Überlastung der Windkraftanlage verhindert wird.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung die drehwinkelabhängige Steuerung der Flügel 3 in zwei ausgewählten Positionen 3 und 3' ihrer Umlaufbahn 13 um die vertikale Drehachse 4. Der Anstellwinkel der Flügelprofile 8 ist untereinan-

der und abhängig von jedem Punkt ihrer Umlaufbahn **13** verschieden und kann bezogen auf die Windrichtung **10**, die eine Windkraft  $F_W$  erzeugt, sowohl negative als auch positive Werte annehmen, so dass ein Auftrieb  $F_A$  in jedem Drehwinkel eines Flügels **3** sich stetig mit negativen oder positiven Werten ändert, so dass  
5 eine resultierende Kraft  $F_T$  in Drehrichtung stets positive Werte annimmt.

**Bezugszeichenliste**

- |          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| 1        | Windrad                               |
| 2        | Turm                                  |
| 5    3   | Windflügel                            |
| 4        | zentrale, vertikale Achse             |
| 5        | zentrales Hauptlager                  |
| 6        | Horizontralträger                     |
| 7        | Flügellager                           |
| 10    8  | Symmetrisches, aerodynamisches Profil |
| 9        | Windfahne                             |
| 10       | Windrichtung                          |
| 11       | erster Steuermechanismus              |
| 12       | zweiter Steuermechanismus             |
| 15    13 | Umlaufbahn der Windflügel             |
| 14       | Keilriemenrad                         |
| 15       | Schrittmotor                          |

**Patentansprüche**

1. Strömungsgesteuertes Windrad (1) für eine Windkraftanlage mit einem oder mehreren, um eine vertikale, zentrale Achse (4) über ein Hauptlager (5) rotierende Flügel (3), die parallel zu der senkrechten Achse (4), über Horizontalträger (6) verbunden, in Lagern (7) frei drehbar angeordnet und in Windrichtung (10) ausrichtbar sind,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Flügel (3) über ihre gesamte Länge im Querschnitt ein aerodynamisches, symmetrisches Profil (8) aufweisen,  
zur Erfassung der Windrichtung eine Windfahne (9) angeordnet ist,  
ein erster Steuermechanismus (11) angeordnet ist, der den oder die Flügel (3) auf den Horizontalträgern (6) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) um die zentrale, vertikale Achse (4), gesteuert durch die Windfahne (9), mit ihrem Profil (8) längs in Windrichtung (10) ausrichtet,  
ein zweiter Steuermechanismus (12) angeordnet ist, der den oder die Flügel (3) auf den Horizontalträgern (6) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) um die zentrale, vertikale Achse (4) derart zum Wind (10) einstellt, dass in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Horizontalträgers (6) zur Windfahne (9) und der Drehgeschwindigkeit des Horizontalträgers (6) der oder die Flügel (3) mit den Längsachsen ihres Profils (8) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) zur Erzeugung einer optimalen aerodynamischen Kraft ausgerichtet sind und  
der zweite Steuermechanismus (12) dem ersten Steuermechanismus (11) überlagert ist.
2. Windrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermechanismen (11, 12) mechanisch, elektromechanisch, hydraulisch oder pneumatisch betätigbar sind.

3. Windrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den ersten Steuermechanismus (11) ein Keilriementrieb und für den zweiten Steuermechanismus (12) ein Schrittmotor (15) mit einem Schneckentrieb angeordnet ist.

5

4. Windrad (1) nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Windfahne (9) auf der zentralen vertikalen Achse (4) konzentrisch drehbar im Hauptlager (5) angeordnet ist.

10 5. Windrad (1) nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass alternativ zur Windfahne (9) ein elektronischer Windmesser angeordnet ist.

15 6. Windrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügel (3) an den Horizontalträgern (6) in den Lagern (7) nach oben und/oder nach unten weisend angeordnet sind.

7. Windrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flügel (3) durch Horizontalträger (6) gehalten sind, die in mehreren, übereinander angeordneten Ebenen an der zentralen, vertikalen Achse (4) angeordnet sind.

## GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 03. Oktober 2005 (03.10.2005) eingegangen  
ursprünglicher Anspruch 1 durch geänderten Anspruch 1 ersetzt]

1. Strömungsgesteuertes Windrad (1) für eine Windkraftanlage mit einem oder mehreren, um eine vertikale, zentrale Achse (4) über ein Hauptlager (5) rotierende Flügel (3), die parallel zu der senkrechten Achse (4), über Horizontalträger (6) verbunden, in Lagern (7) frei drehbar angeordnet und in Windrichtung (10) ausrichtbar sind, die Flügel (3) über ihre gesamte Länge im Querschnitt ein aerodynamisches, symmetrisches Profil (8) aufweisen, zur Erfassung der Windrichtung eine Windfahne (9) angeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
ein erster Steuermechanismus (11) angeordnet ist, der den oder die Flügel (3) auf den Horizontalträgern (6) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) um die zentrale, vertikale Achse (4), gesteuert durch die Windfahne (9), mit ihrem Profil (8) längs in Windrichtung (10) ausrichtet,  
ein zweiter Steuermechanismus (12) angeordnet ist, der den oder die Flügel (3) auf den Horizontalträgern (6) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) um die zentrale, vertikale Achse (4) derart zum Wind (10) einstellt, dass in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Horizontalträgers (6) zur Windfahne (9) und der Drehgeschwindigkeit des Horizontalträgers (6) der oder die Flügel (3) mit den Längsachsen ihres Profils (8) an jedem Umlaufpunkt ihrer Bahn (13) zur Erzeugung einer optimalen aerodynamischen Kraft ausgerichtet sind und  
der zweite Steuermechanismus (12) dem ersten Steuermechanismus (11) überlagert ist.
2. Windrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermechanismen (11, 12) mechanisch, elektromechanisch, hydraulisch oder pneumatisch betätigbar sind.